

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2012/2013 Academic Session

January 2013

**EMH 211/3 – Thermodynamics**  
**[Termodinamik]**

Duration : 3 hours  
Masa : 3 jam

---

Please check that this paper contains **FOUR (4)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

**INSTRUCTIONS** : Answer **ALL** questions. You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

**ARAHAN** : Jawab **SEMUA** soalan. Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Answer to each question must begin from a new page.

*[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

**Thermodynamic property table is provided.**

**Jadual Sifat Bendalir Termodinamik adalah dibekalkan.**

**Q1. [a] Give definitions of the followings:**

- (i) **Thermodynamic process**
- (ii) **Thermodynamic cycle**
- (iii) **Entropy**
- (iv) **Exergy**
- (v) **Second law of Thermodynamics according to Clausius statement**
- (vi) **Carnot Cycle**

*Takrifkan perkara berikut:*

- (i) *Proses termodinamik*
- (ii) *Kitar termodinamik*
- (iii) *Entropi*
- (iv) *Eksergi*
- (v) *Hukum Kedua Termodinamik berdasarkan kepada kenyataan Clausius*
- (vi) *Kitar Carnot*

**(60 marks/markah)**

**[b] A mass  $m$  of a perfect gas undergoes a process from state 1 to state 2. Starting with the First Law of Thermodynamics for non flow process, show that the entropy change is given by:**

*Gas unggul jisim  $m$  melalui satu proses daripada keadaan 1 ke keadaan 2. Dengan memulakan daripada Hukum Pertama Termodinamik bagi proses tanpa aliran, tunjukkan bahawa perubahan entropi seperti berikut:*

$$S_2 - S_1 = mc_p \ln (T_2/T_1) - mR \ln (P_2/P_1)$$

**(40 marks/markah)**

**Q2. [a] An electric kettle consumes 250 volts and 4 amp electricity supply. One liter of water is required to be boiled. Assume the temperature of water initially is 20°C. Efficiency of the kettle is 85%. Determine:**

- (i) **The time taken to boil the water**
- (ii) **The time taken for 0.5 liter of the water to evaporate into steam.**

*Sebuah cerek elektrik menggunakan 250 volt dan 34 amp bekalan elektrik. Satu liter air perlu dididih. Andaikan suhu asal air ialah 20°C. Kecekapan cerek ialah 85%. Tentukan:*

- (i) *Masa yang diambil untuk mendidihkan air*
- (ii) *Masa yang diambil untuk 0.5 liter air menyejat menjadi stim.*

**(50 marks/markah)**

- [b] A piston and cylinder system contains 1.5 kg of nitrogen gas at 150 kPa and 30°C. The gas is now compressed in a polytropic process during which  $Pv^{1.3} = \text{Constant}$ . The process ends when the volume is reduced by half.
- (i) Determine the work done
  - (ii) Determine the heat transferred
  - (iii) Sketch the process on the P-v diagram

*Sistem omboh dan silinder mengandungi 1.5 kg nitrogen pada tekanan 150 kPa dan suhu 30°C. Gas tersebut dimampatkan dalam proses politropik  $Pv^{1.3} = \text{malar}$ . Proses tersebut berakhir apabila isipadu berkurang menjadi separuh.*

- (i) Tentukan kerja berlaku
- (ii) Tentukan haba berpindah
- (iii) Lakarkan proses tersebut pada gambarajah P-v

(50 marks/markah)

- Q3. [a] Steam enters a turbine at 3 MPa and 450°C at a mass flow rate of 10 kg/s. The isentropic efficiency of the turbine is 80%. The exit is at 0.2 MPa and 150°C. Heat loss from the turbine is 200kW and the environment is at 0.1 MPa and 30°C. Neglect the kinetic and the potential energy change.
- (i) Determine actual power output
  - (ii) Exergy change in the process
  - (iii) Second law efficiency
  - (iv) Exergy of the steam (exergy at the inlet)
  - (v) Sketch the process on a T-s diagram

*Stim melalui sebuah turbin pada 3 MPa dan 450°C pada kadar alir jisim 10 kg/s. Kecekapan isentropi turbin adalah 80%. Keluaran turbin adalah 0.2 MPa dan 150°C. Haba hilang daripada turbin adalah 200 kW dan keadaan persekitaran 0.1 MPa dan 30°C. Abaikan perubahan tenaga kinetik dan tenaga keupayaan.*

- (i) Tentukan kuasa keluaran sebenar
- (ii) Perubahan eksergi bagi proses tersebut
- (iii) Kecekapan hukum kedua
- (iv) Eksergi stim pada kemasukan
- (v) Lakarkan proses tersebut pada gambarajah T-s

(50 marks/markah)

- [b] Three kilogram of air at pressure of 1 bar and temperature 30°C is compressed adiabatically in a centrifugal compressor until the pressure becomes 10 bar. The isentropic efficiency of the compressor is 85%. Sketch the process on a T-s diagram and calculate final temperature and work done.

*Tiga kilogram udara pada tekanan 1 bar dan suhu 30°C dimampat secara adiabatik melalui pemampat empur sehingga tekanan menjadi 10 bar. Kecekapan isentropi pemampat ialah 85%. Lakarkan proses tersebut pada gambarajah T-s dan tentukan suhu akhir dan kerja berlaku.*

(50 marks/markah)

- Q4. A diesel engine operating on an air standard Diesel cycle has a compression ratio of 12. Air is at 30°C and 100 kPa at the beginning of the compression process. The maximum temperature of the cycle is 1100°C. Determine:**
- (i) The net work done.**
  - (ii) The efficiency of the cycle**

*Sebuah enjin diesel berdasarkan kitar piawaian udara Diesel mempunyai nisbah mampatan 12. Udara ialah 30°C dan 100 kPa pada permulaan proses mampatan. Suhu maksimum kitar ialah 1100°C. Tentukan*

- (i) Kerja berlaku bersih*
- (ii) Kecekapan kitar*

**(100 marks/markah)**

- Q5. A steam power plant operates on a Rankine cycle with superheating. The turbine power output of the power plant is 10 MW. The state of the steam entering the turbine is 4MPa and 400°C. The pressure of the steam at turbine outlet is 50 kPa. Neglect pump work. Determine the efficiency of the cycle.**

*Sebuah loji kuasa beroperasi berdasarkan kitar Rankine dengan pemanasan lampau. Kuasa turbin ialah 10 MW. Keadaan stim memasuki turbin ialah 4 MPa dan 400°C. Tekanan stim pada keluaran turbin ialah 50 kPa. Abaikan kerja pam. Tentukan kecekapan kitar.*

**(100 marks/markah)**